

NOTICE

BEFORE CAREFUL EXAMINATION OF THE
MARGIN AND TYPE OF MATERIAL
HAVE BEEN THIS VOLUME BY HAND
IT CAN BE MORE EASILY OPENED
READ.

LE BULLETIN D'INFORMATION DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE D'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE

INTRODUCTION

Texte français

L'Assemblée de Rome m'a demandé d'assurer la publication d'un Bulletin d'Information de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique.

Diverses circonstances ne nous ont pas permis de satisfaire plus tôt à cette demande. Certaines de ces circonstances d'ordre purement matériel et surtout financier sont généralement bien ardues à résoudre et nous ne saurions assez remercier M. LACLAVÈRE de nous avoir proposé une solution qui a aplani bien des difficultés. Notre bulletin est, en effet, une sorte d'annexe du Bulletin d'Information de l'UGGI, ce qui permet notamment une double diffusion : une première à l'échelle de l'UGGI, avec le bulletin de cette Union, une seconde au niveau de notre Association, cette seconde diffusion ne s'étendant qu'aux seuls articles intéressant l'AIHS.

Mais les difficultés rencontrées par notre Bulletin d'Information de l'AIHS ne sont pas seulement d'ordre matériel. Il fut décidé à Rome que ce Bulletin contiendrait une partie assez réduite au début, consacrée aux publications scientifiques. Nous avons par conséquent été assez étonnés de devoir adresser de multiples demandes pour finalement recevoir un seul article de cet ordre, alors qu'il en fut présenté trois cents à Rome.

Mr. SCHOELLER a bien voulu nous envoyer une étude de tout premier ordre pour ce numéro et nous lui en sommes très reconnaissants. Nous espérons que son bel exemple sera suivi, ce qui nous permettra notamment de décharger quelque peu les horaires de nos Assemblées et surtout d'aborder des points que la durée limitée de nos réunions ne nous permet pas d'envisager.

Nous espérons d'ailleurs que notre Association retirera de ce Bulletin bien d'autres avantages.

En attendant, plus que jamais, nous devons nous plaindre de l'abandon dans lequel vous nous laissez entre deux Assemblées successives. Nous recevrons avec plaisir vos suggestions, vos études scientifiques. Nous attendons aussi que vous signaliez l'existence des publications de l'Association dont la découverte est souvent une révélation pour bien des chercheurs.

Nous demandons surtout que vous nous aidiez dans l'étude et la solution des problèmes posés par l'organisation des symposia et par les relations avec les organisations gouvernementales. Il est question des symposia dans les communications du Secrétaire. Quant aux relations avec les organisations gouvernementales, cette question fera vraisemblablement l'objet de communications dans un avenir rapproché.

Il est un dernier point sur lequel nous nous permettons d'attirer votre attention. En dépit de la diffusion de plus en plus marqué des publications scientifiques, il est certain que les résultats de multiples recherches de l'Ancien Monde ne pénètrent pas dans le Nouveau et réciproquement. Notre Bulletin devrait, selon nous, remédier à cette insuffisance dans le domaine qui nous intéresse en publiant de temps en temps des mises au point de telle ou telle question.

Mais nous n'avons pas à vous montrer l'utilité de ce bulletin : vous l'avez comprise aussi bien que moi en en décidant la parution. Encore faut-il que vous m'aidiez à assurer son existence, car votre Secrétaire n'a malheureusement que deux mains et une tête.

L. J. TISON

English text

The General Assembly at Rome asked me to arrange for the publication of an AIHS News Letter.

Various circumstances have prevented us from fulfilling this request sooner. Some of these difficulties, the purely material and especially financial ones, are generally very hard to resolve, and we do not know how to thank M. LACLAVÈRE enough for having suggested to us a way of smoothing out many of them. Our Bulletin is really a kind of supplement to the IUGG News Letter. One of the advantages of this is that it will thus get a double circulation: the first under the auspices of the IUGG, in their News Letter, and a second under those of our own Association, this second distribution covering only those articles of interest to the AIHS.

But the difficulties encountered by our bulletin are not only material ones. It was decided at Rome that this Bulletin should contain a section, small to begin with, devoted to scientific articles. We have therefore been a little surprised to find ourselves obliged to send out numerous requests in order to obtain, in the end, one solitary paper of this kind, although three hundred were given at Rome.

Mr. SCHOELLER has been kind enough to send us a first-class article for this number and we are very grateful to him. We hope that his good example will be followed. This would, for one thing, enable us to lighten the time-tables of our Assemblies somewhat, and, above all, to consider points which the limited duration of our reunions does not allow us to touch on.

We hope that our Association will derive many other benefits from the publication of this Bulletin.

Meantime we must complain more than ever of the neglect in which you leave us from one Assembly to the next. We should always be glad to receive your suggestions and scientific reports. We wait too for notification of publications of the Association, whose discovery is often a revelation to many research workers.

Above all we ask you to help us in the study and solution of the problems raised by the organization of symposia and by relations with government organizations. The question of symposia is raised in the Secretary's report. As for relations with government organizations, these will, in all probability, be the subject of a report in the near future.

There is one final point to which we would like to draw your attention. Despite the ever-increasing circulation of scientific publications, it does happen that the results of some research fail to penetrate to the New World from the Old and vice versa. Our

Bulletin should, we hope, help to remedy this lack in the field in which we are interested, by publishing from time to time short reports on such and such a question.

But it is not for us to persuade you of the usefulness of this Bulletin: you understood it as well as I when you commissioned its publication. However, you must help me if its existence is to be ensured, for your Secretary has unfortunately but two hands and one head.

L. J. TISON

SYMPOSIA DARCY

Les symposia annoncés sur les phénomènes de filtration, les recherches sur les crues et l'évaporation auront lieu du 20 au 26 septembre 1956 à Dijon. Les symposia seront suivis d'une visite au bassin de la Durance, visite qui intéressera à divers titres les membres des Commissions et Comités représentés au Symposium. Des précisions sur les sujets à traiter ont été données dans le *Bulletin d'Information de l'UGGI*, n° 11, septembre 1955 (p. 405-406).

Diverses réunions du Conseil de l'AIHS sont prévues au cours des symposia.

Il est rappelé que le Secrétaire de l'AIHS, L. J. TISON, rue des Ronces, 61, Gentbrugge, Belgique, attend des délégués de chaque pays ou des auteurs des mémoires à présenter à Dijon, la liste de ces mémoires à partir du 1^{er} mars 1956. Cette liste sera clôturée le 1^{er} juin 1956.

Des précisions relatives au programme seront publiées dans les prochains numéros du *Bulletin*.

PUBLICATIONS DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE D'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE

Très souvent il a été demandé au Secrétaire s'il existait encore des exemplaires des publications de l'Association antérieures à l'Assemblée d'Oslo en 1948 (publications antérieures à la guerre).

Longtemps on a cru qu'il n'existait plus d'exemplaires de ces publications et ce n'est que récemment, qu'il a été porté à la connaissance du Secrétaire que les anciennes publications, qu'il avait cherchées à la disparition de M. DIÉNERT, se trouvaient en dépôt au Muséum, à Paris, où l'on désirait s'en débarrasser.

C'est ainsi qu'avec l'aide de M. SERRA, le très dévoué Secrétaire du Comité Français, l'Association a pu rentrer en possession de ces publications: il s'agit de bulletins numérotés de 3 à 20 et des bibliographies antérieures à 1937.

Le Secrétaire de l'Association a fait paraître à la fin du tome IV de l'Assemblée de Rome, tome qui vient de sortir de presse, la liste des publications disponibles, compte tenu de celles qui viennent d'être récupérées.

COMPTE RENDU DES SÉANCES TENUES PAR LE COMITÉ MIXTE DES PRÉCIPITATIONS DE L'UGGI AVEC LA COMMISSION DES INSTRUMENTS ET MÉTHODES D'OBSERVATION DE L'OMM

A la X^e Assemblée Générale de l'UGGI à Rome (septembre 1954), le Comité Mixte des Précipitations, qui comprend des représentants de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique et de l'Association Internationale de Météorologie, avait suggéré que les points suivants fassent l'objet d'études particulières:

1. *Instruments*

- (a) Détermination du meilleur 'pluviomètre normal' (pluie et neige).
- (b) Propriétés caractéristiques des divers types de pluviomètres en cas de (i) pluie faible ou modérée, (ii) pluie très forte (tropiques), (iii) neige—suivant vitesse du vent, dimensions, hauteur sur sol, etc.
- (c) Pluviomètres à ouverture horizontale et inclinée sur pentes diverses.
- (d) Pluviomètres spéciaux (désert, neige, montagne).

2. *Influences aérodynamiques*

- (a) Types d'écrans de protection et leur efficacité suivant genre de précipitations, force du vent et inclinaison sur l'horizontale. Études aérodynamiques dans vent naturel.
- (b) Influences aérodynamiques pures de l'environnement dans un volume de 1 à 100 m environ (plus en montagne).

3. *Influences météo-topographiques*

- (a) Influences météorologiques d'origine thermodynamique sur l'intensité locale des précipitations (ascendances et subsidences en masses de 100 m à 100 km et plus).
- (b) Répartition spatiale et temporelle de fortes pluies.

4. *Cohérence interne des réseaux pluviométriques*

- (a) Variabilité spatiale des précipitations—corrélations spatiales—analyse de cas particuliers et aspects statistiques sur cas nombreux à des échelles différentes: 1 m, 100 m, 10 km, par exemple, pour des relevés quotidiens et mensuels (réseaux serrés de pluviomètres).
- (b) Variabilité spatio-temporelle des débits des nuages pluvieux (réseaux de pluviographes en relevés fréquents 1, 2 ou 3 h).

5. *Mesure des précipitations en mer*

Sur navires stationnaires et sur navires mobiles.

6. *Méthodes de mesure par radar*

Le Comité insiste pour que tous les auteurs de travaux sur les sujets énumérés ci-dessus, ou voisins de ceux-ci, fassent parvenir deux exemplaires de leurs travaux à M. SERRA (Président du Comité des Précipitations)—E.D.F., Rue Hamelin, 20, Paris XVI^e, France.

Comme suite à ces recommandations le Comité Mixte des Précipitations a organisé un Symposium avec la Commission des Instruments et Méthodes d'Observation de l'OMM qui s'est tenu du 26 au 28 juillet 1955 à Zurich (Suisse) et dont nous donnons ci-après le compte rendu.

Nous rappellons la composition de ces deux Commissions.

Comité Mixte des Précipitations (Association Internationale d'Hydrologie Scientifique et Association Internationale de Météorologie):

L. SERRA (France), *Président*, T. BERGERON (Suède), A. FANTOLI (Italie), E. L. HAMILTON (États-Unis), A. JAKHELLN (Norvège), P. KASSER (Suisse), M. A. KOHLER (États-Unis), J. LUGEON (Suisse), L. PONCELET (Belgique).

Commission des Instruments et Méthodes d'Observation, Groupe de Travail pour la Mesure des Précipitations:

L. PONCELET (Belgique), *Président*, J. F. FOWLER (Canada), M. A. KOHLER (États-Unis), P. P. STARKE (États-Unis), B. A. VENKITESHWARAN (Inde), A. JAKHELLN (Norvège).

MEETING OF 26 JULY 1955

Present:

(a) Members of Committee: Messrs. FANTOLI, JAKHELLN, KOHLER, LUGEON, PONCELET, SERRA.

(b) Representative of WMO: Mr. ASHFORD.

Unable to be present: Messrs. HAMILTON and KASSER.

The meeting opened at 9.30 under the chairmanship of M. SERRA.

The Chairman first of all thanked M. LUGEON very warmly for the generous hospitality given to the Committee on Precipitations. He also thanked the Secretary General of WMO for having sent a representative to the session.

The meeting was devoted to a preliminary general review of the program drawn up at the Tenth General Assembly of the IUGG at Rome.

The following points were made, but it was decided that each question would be taken up again during the subsequent meetings.

1. *Comparison of precipitation measurements*: The Committee unanimously recognized the necessity of having available a reference gauge to enable comparisons to be made between the wide variety of instruments now in use.

2. *Mountain observations*: The Committee, realizing that agreement on the choice between the use of horizontal and tilted gauges on sloping sites had not been achieved, considered that the question should be studied further, and expressed the wish that comparisons should be carried out in different climatic régimes and in regions of different topography.

3. *Density of precipitation networks*: It was noted that the distribution of rain-gauges varied greatly from region to region. Investigations should be made, taking account of modern statistical techniques (sampling), with a view to determining the optimum number of rain-gauges.

4. *Precipitation at sea*: It was agreed that the question of precipitations at sea had four distinct aspects:

- (a) location of a rain-gauge on board ship;
- (b) effect of rolling and pitching of ship;
- (c) movement of ship relative to the rain area;
- (d) variable density and irregularity of the possible observations.

5. *Radar observations of precipitation*: While recognizing the value of radar observations of precipitation, the Committee considered that its role should be to keep itself informed in this field, but to leave the question of perfecting this method of precipitation measurement in the hands of radar experts.

MEETING OF 27 JULY 1955

Apart from M. LUGEON, who was prevented by other duties from attending, the Committee on Precipitation met from 9.30 to 12.00 and from 14.30 to 18.20.

Some of the questions raised the previous day were taken up again in detail.

1. *Reference Rain-gauge*

M. PONCELET outlined briefly the main requirements for a reference rain-gauge as follows:

- (a) The rain-gauge should be capable of giving daily measurements of rain, drizzle, snow, and hail in average climatic conditions (excluding extreme and exceptional conditions).
- (b) The Committee agreed on the following figures as giving the order of magnitude to be covered:
 Rain: 0 to 200 mm in 24 hours,
 Snow: 0 to 50 cm depth in 24 hours,
 Height of rim above the ground, or above the snow cover: at least 1 metre (to eliminate in-splash from the ground). M. JAKHELLN suggested a telescopic mounting to enable the height to be adjusted.
 Diameter: It was not possible to select a definite figure; it seemed desirable that, in view of the large number of instruments now in use with diameters between 5 and 8 inches, a diameter between these limits should be adopted.
- (c) Several types of rain-gauges which had been proposed as reference rain-gauges were considered:
 - (1) rain-gauge in a pit with its rim at ground level;
 - (2) ellipsoidal rain-gauge of Mercanton;
 - (3) raised rain-gauge with Nipher shield.

It seemed necessary to have further comparisons between various types of instruments before a recommendation could be made.

2. *Interim solution to the problem of standardizing precipitation results*

M. SERRA, President of the IUGG Committee on Precipitation, asked Mr. ASHFORD, WMO representative, what procedure should be followed to present this matter to national meteorological services. Mr. ASHFORD suggested that the proposal to introduce a reference gauge should first be submitted to the President of CIMO; it could then be considered and possibly approved by CIMO and adopted by the WMO Executive Committee. The procedure could be speeded up by means of a postal vote if the President of CIMO considered that an urgent solution was desirable.

Under these circumstances, the Committee on Precipitations decided to ask the Chairmen of the IUGG National Committees:

- (a) to encourage regional comparisons of the most widely used rain-gauges under the same conditions to which they are normally subjected; preliminary results could be examined during the Eleventh General Assembly of IUGG;
- (b) when WMO has adopted a reference rain-gauge, to have these gauges installed in the testing grounds.

M. PONCELET, who had started a study of various rain-gauges, was invited to continue this work and to get in touch with others interested in this problem.

3. *Study of shields*

M. KOHLER undertook to ensure that a survey report on the present situation on a world-wide scale would be prepared for the Assembly at Buenos Aires in 1957.

4. *Mountain observations*

The Committee confirmed the decision taken the previous day.

5. *Influence of site*

M. SERRA described some difficulties he had encountered in a detailed investigation of the distribution of precipitation in a particular site (hilly country) and the methods which he was considering for determining the air trajectories in a similar case. This question was also related to the problem of locating generators for artificial rain experiments. The Committee recognized the significance of this question, but did not underestimate the great difficulties involved.

6. *Investigation of air trajectories under natural conditions*

M. JAKHELLN suggested that the aerodynamic properties of various types of rain-gauges, shields, and sites (trees, houses, etc.) should be investigated in the field, by photographing or filming at night the trajectories of snow flakes illuminated by a narrow beam of light. The Committee approved this proposal.

MEETING OF 28 JULY 1955

Present: Messrs. ASHFORD, FANTOLI, JAKHELLN, KOHLER, LUGEON, PONCELET, SERRA.

The morning meeting opened at 9.30 and closed at 12.15. The Committee continued to examine in detail the questions raised during the first meeting.

7. *Density of precipitation networks*

The Committee on Precipitation considers that the main factor in determining the desirable density of stations is the question of scale. A distinction should be made between:

- (a) Basic, permanent climatological networks on an international scale;
- (b) National networks for which the density should depend on the extent to which the data are used;
- (c) Private or special networks for hydrological, agricultural, and other needs, on a small or medium scale.

(a) The question of basic climatological networks is a matter for the CCI. The Committee suggested that the lowest acceptable distance for countries which are not fully developed should be *one* station per 10,000 km².

(b) and (c) For national and private networks, the question arises as to whether it is better to spend all the available funds in establishing permanent stations, or to divide the funds between permanent stations (30 years) and temporary stations (5 years) which would provide detailed information on the precipitation distribution which could not be obtained from the permanent network alone. The Committee considered that this question merited investigation and called attention to the paper of Mr. LANGBEIN on the distribution of stream-gauging stations (presented to the Tenth General Assembly of IUGG in Rome).

8. *Spatial and temporal variation of precipitation*

In view of the practical importance of these questions, the Committee recommended that they should be investigated in detail and insisted that the steps taken and results obtained be published *in extenso* in as great detail as possible.

Among the points of special interest, the Committee called attention to: the extent of precipitation areas and their local density; the propagation of precipitation areas and the changes in intensity during propagation.

9. *Methods of investigation variability—Use of radar*

The earlier classic method using precipitation networks seemed to be too laborious to obtain a true picture of the phenomena—witness the number of rain recorders required and the laborious working up of the observations.

The methods which combined radar and existing networks of observers made it possible to obtain a much more precise picture for less over-all cost. In addition, the time required for obtaining results is so greatly reduced that these methods lend themselves to short- and even very short-term warnings (12 to 2 hours).

The Committee stressed the considerable value of radar methods and desired to see them extended.

10. *Hydrometeorological studies in the USA*

M. KOHLER described the latest results, shortly to be published, of statistical methods used in the USA to extend the application of the data obtained over a short period of time to longer periods by using the observations from neighbouring stations for which larger series of records are available.

The meeting was resumed at 14.30.

11. *Measurement of precipitation at sea*

The Committee on Precipitation noted the material sent by Cdr. FRANKOOM, President of CMM; in particular it appreciated greatly the work carried out by Mr. SKAAR of Norway on this difficult question.

The Committee noted that this problem is being investigated by various national meteorological services and that it should be solved before the beginning of the International Geophysical Year 1957-58 to enable the AGI Program on the measurement of precipitation at sea to be carried out. It was considered further that this problem would probably be of interest to the IUGG Association of Oceanography.

The Committee considered that it was essential to expedite these investigations and to provide all the necessary material facilities to this end. Amongst the possible methods, it was considered that precipitation radar offered great possibilities: development of this technique was felt to be desirable.

The meeting closed at 18.00.

COMITÉ CONSULTATIF DE RECHERCHES SUR LA ZONE ARIDE DE L'UNESCO

Dixième Session

La dixième session du Comité Consultatif de Recherches sur la Zone Aride de l'UNESCO, s'est tenue à Paris du 7 au 10 novembre 1955 à la Maison de l'UNESCO. Le Conseil International des Unions Scientifiques y était représenté par M. G. LACLAVÈRE, Secrétaire Général de l'UGGI, et l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique par son Secrétaire le Prof. L. J. TISON.

I. ORDRE DU JOUR

- I. Ouverture de la session par le Président de la neuvième session, à 10h.30. Discours de bienvenue par le Directeur Général, le Dr. Luther EVANS.
- II. Election du Président de la dixième session et désignation d'un sous-comité de rédaction.
- III. Adoption de l'ordre du jour.
- IV. Rapport du Secrétariat.
- V. Le projet d'études d'ensemble.
- VI. Examen des recommandations de la Conférence tenue à Socorro par l'American Association for the Advancement of Science, relatives aux activités à entreprendre en 1956.
- VII. Plan d'organisation et programme du colloque sur la climatologie de la zone aride (et plus particulièrement sur la microclimatologie) qui doit avoir lieu en Australie à l'automne de 1956.
- VIII. Rapports-inventaires à faire rédiger par contrat pour la documentation du colloque précité.

- IX. Examen du projet de programme pour 1957-58 concernant la zone aride, qui doit être soumis à la Conférence générale lors de sa neuvième session (novembre 1956).
- X. Instruments de mesure de l'énergie solaire—rapport d'activité.
- XI. Examen du projet de création d'un Institut International des Zones Arides.
- XII. Examen du rapport intérimaire sur les projets bénéficiant de l'aide de l'UNESCO.
- (i) Étude phytosociologique de la végétation du désert de Rajasthan: premier rapport intérimaire.
 - (ii) Étude de la flore du Radjpoutana et préparation d'un herbier: deuxième rapport intérimaire.
 - (iii) Recherches concernant l'écologie et l'éthologie du chameau dans le Sahara nord-occidental: premier rapport intérimaire.
 - (iv) Recherches sur la rosée en Suède: deuxième rapport intérimaire.
 - (v) Étude de la dynamique des groupements végétaux en Afrique Occidentale française: deuxième rapport intérimaire.
- XIII. Examen de projets de recherches à entreprendre sur l'initiative du Comité.
- XIV. Examen des projets sur lesquels il est proposé d'accorder une assistance financière:
- (i) Plan expérimental de mise en valeur comportant l'utilisation de ressources locales en énergie.
 - (ii) Enquête sur les conditions écologiques et l'utilisation actuelle du sol et des ressources hydrauliques en Iran.
 - (iii) Recherches sur la rosée en Egypte.
 - (iv) Le sable des zones arides, ses formations et ses mouvements.
 - (v) Recherches sur l'énergie solaire en Israël.
 - (vi) Oxford and Cambridge Far Eastern Expedition: Research project on desert plants as potential sources of cellulose.
 - (vii) Projet de mission du Professeur EMBERGER au Proche-Orient.
 - (viii) Recherches écologiques en Mauritanie.
 - (ix) Botanical investigations on desert fibre plants.
 - (x) Experiments in the cultivation of *Juncus Maritimus* (Landau).
 - (xi) Experiments in the cultivation of *Juncus Maritimus* (Tadmer).
 - (xii) Fezzan: to examine the possibility of establishing an oasis development project.
- XV. Plans relatifs à la onzième session du Comité consultatif.
- XVI. Questions diverses.

II. LIST OF PARTICIPANTS

Members of the Advisory Committee

Dr. G. AUBERT, Chef du Service des Sols de l'Office de la Recherche scientifique d'Outre-Mer, Paris, *France*.

Dr. B. T. DICKSON, Botanist, Retired Chief, Division of Plant Industry,

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Canberra, *Australia*.

Dr. Herbert GREENE, Adviser on Tropical Soils, Rothamsted Experimental Station, Harpenden, *England*.

Dr. S. MAZLOUM, Directeur de l'Irrigation et des Forces Hydrauliques, Ministère des Travaux Publics, Damascus, *Syria*.

Mr. S. N. NAQVI, Director of Meteorological Services, Karachi, *Pakistan*.

Dr. R. E. G. PICHI-SERMOLLI, Curator of the Herbarium, University of Florence, *Italy*.

Prof. H. O'Reilly STERNBERG, Director, Centre de Pesquisas de Geografia de Brazil, Universidade do Brazil, Rio de Janeiro, *Brazil*.

Prof. M. S. THACKER, Director, Department of Scientific and Industrial Research, New Delhi, *India*.

Dr. Gilbert F. WHITE, President, Haverford College, Haverford, Pa., *USA*.

Representatives of the Specialized Agencies of the United Nations

Food and Agriculture Organization: Mr. Aldert MOLENAAR, Irrigation Specialist, FAO, Rome, *Italy*.

World Health Organization: Mr. R. N. CLARK, Division of Environmental Sanitation, WHO, Geneva, *Switzerland*.

International Labour Organization: Mrs. L. JOUHAUX, Director of the ILO, Paris Office.

World Meteorological Organization: Mr. D. A. DAVIES, Secretary-General of WMO; Prof. C. W. THORNTHWAITE, President of the Commission for Climatology of WMO; and Dr. K. LANGLO, Chief of the Technical Division of WMO, Geneva, *Switzerland*.

Representatives of International non-governmental scientific and technical organizations

International Association for Hydraulic Research: Mr. Pierre DANIEL, Directeur, Laboratoire Dauphinois d'Hydraulique (NEYRPIC), Grenoble, *France*.

International Council of Scientific Unions: Prof. G. LACLAVÈRE, 30, avenue Rapp, Paris, *France*.

International Union of Geodesy and Geophysics: Prof. L. J. TISON, Secrétaire de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique, 61, rue des Ronces, Gentbrugge, *Belgium*.

International Union of Biological Sciences: Prof. VAYSSIÈRE, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, *France*.

International Geographical Union: Dr. PEVERIL MEIGS, Chief, Regional Research Section, Quartermaster Research and Development Center, U.S. Department of the Army, Natick, Mass., *USA*.

International Union for the Protection of Nature: Prof. R. FURON, Sous-Directeur du Laboratoire de Géologie du Muséum d'Histoire Naturelle, 61, rue de Buffon, Paris, *France*.

Union of International Engineering Organizations: Mr. L. CAMBOURNAC, President of the Union; Mr. B. DE COMMINGES, Secretary-General of the Union, 62, rue de Courcelles, Paris, *France*.

International Commission of Irrigation and Drainage: M. P. DANIEL.

World Power Conference: Mr. B. DE COMMINGES, Treasurer, French National Commission of WPC.

Inter-African Bureau for Soils and Rural Economy: Mr. J. GUILLETEAU, Director of the B.I.S., 57, rue Cuvier, Paris, *France*.

French members of Arid Zone panels of honorary consultants

Dr. F. BOURLIÈRE, Laboratoire de Biologie, Faculté de Médecine de Paris.

Mr. G. DROUHIN, Directeur du Service de la Colonisation et de l'Hydraulique, Algiers.

Prof. L. EMBERGER, Directeur de l'Institut Botanique, Montpellier.

Mr. J. GONDET, Directeur Général des Laboratoires de Bellevue, C.N.R.S.

Mr. F. PIERRE, Attaché de Recherches, Centre de Recherches Sahariennes, C.N.R.S., Paris.

Prof. P. QUENEY, Météorologie et Physique de l'Atmosphère, Faculté des Sciences, Université de Paris.

Prof. M. SCHOELLER, Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Bordeaux.

Mr. A. VIAUT, Directeur de la Météorologie Nationale, President of the World Meteorological Organization.*

UNESCO Secretariat

Dr. Luther H. EVANS, Director General.

Prof. P. AUGER, Director, Department of Natural Sciences.

Mr. J. SWARBRICK, Department of Natural Sciences.

III. TRAVAUX DE LA SESSION

(Les chiffres romains correspondent aux points de l'Ordre du Jour.)

I. OUVERTURE DE LA SESSION

La session est ouverte par le Président de la neuvième session. Le Directeur Général de l'UNESCO, Dr. Luther EVANS, souhaite la bienvenue aux participants à cette session.

II. ELECTION DU PRÉSIDENT

Le Comité a élu comme Président de la dixième session M. G. AUBERT (France). Celui-ci a constitué un sous-comité composé de MM. B. T. DICKSON (Australie), S. MAZLOUM (Syrie) et Gilbert F. WHITE (États-Unis d'Amérique) pour rédiger le compte rendu de la session. Le Comité a exprimé sa satisfaction que l'Organisation des Nations Unies ait pu se faire représenter. Il a été heureux que le Secrétaire Général de l'OMM, M. D. A. DAVIES, soit présent et participe aux débats.

III. ADOPTION DE L'ORDRE DU JOUR

Le projet d'ordre du jour reproduit au début de ce compte rendu est adopté.

IV. RAPPORT DU SECRÉTARIAT

Compte rendu de l'activité de mai à novembre 1955. Les notes ci-après résument brièvement le rapport établi par le Secrétariat. Le Comité après avoir pris connaissance de ce rapport a exprimé sa satisfaction des travaux

* M. Viaut, qui n'a pu assister aux réunions, s'est fait remplacer par M. ARLÉRY.

du Secrétariat. (*La partie du rapport du Secrétariat relative à la mise en valeur des ressources hydrauliques a été reproduite in extenso.*)

1. *Le Comité consultatif de recherches sur la zone aride*

1.1. Le Directeur Général demandera au Conseil Exécutif de l'UNESCO, lors de sa 42^{ème} session en novembre 1955, d'approuver trois modifications qu'il est proposé d'apporter aux statuts du Comité consultatif de recherches sur la zone aride. Ces modifications sont les suivantes :

(a) *porter de neuf à dix le nombre des membres du Comité.* Depuis la création du Comité consultatif au début de 1951, le nombre des États Membres de l'UNESCO s'est accru, et parmi les nouveaux Membres il en est plusieurs dont le territoire comprend de vastes régions arides ou semi-arides.

(b) *réduire le nombre annuel des sessions, en le portant de deux à un.* Ce changement est préconisé en partie afin que le Comité consultatif fonctionne conformément aux autres comités de l'UNESCO similaires, et en partie parce que l'état des travaux du Comité ainsi que l'expérience qu'il a accumulée depuis sa création ne justifient plus deux réunions annuelles.

(c) *porter de deux à trois années la durée du mandat des membres.* Ce changement sera rendu nécessaire si le nombre des sessions est réduit.

2. *Relations avec l'Organisation des Nations Unies, les Institutions spécialisées, et les organisations internationales*

2.1. *Organisation des Nations Unies: Réunion entre institutions sur les ressources hydrauliques*

2.11. Lors de la première réunion entre institutions sur les ressources hydrauliques qui s'est tenue à Genève au mois d'août 1954 conjointement avec la 18^{ème} session du Conseil économique et social, il a été entendu que cette réunion aurait lieu chaque année au moment de la session de Genève du Conseil économique et social.

2.12. La seconde réunion entre institutions a eu lieu à Genève du 2 au 4 août 1955. Les points présentant de l'intérêt dans le domaine de la zone aride qui y ont été discutés sont les suivants :

(a) *Hydrologie:* L'Organisation Météorologique Mondiale a fait un rapport sur l'action entreprise en vue de l'organisation d'un service hydrologique permanent. Il a été entendu que les renseignements concernant les bourses offertes, dans ce domaine, par l'Administration de l'Assistance Technique, la FAO et l'UNESCO dans le cadre de l'Assistance Technique seraient envoyés à l'OMM de manière que cette institution ait une idée plus claire des activités entreprises dans le domaine de la formation technique. La question de la pluie artificielle a été discutée et il a été entendu qu'elle entraînait dans le champ d'action de l'OMM.

(b) *Manuel sur l'aménagement des bassins hydrographiques:* Lors de la réunion précédente la préparation d'un manuel, ou d'une série de manuels, sur l'aménagement des bassins hydrographiques, destinés surtout à l'usage des techniciens ou des administrateurs, avait été préconisée. On avait espéré que la FAO entreprendrait la majeure partie de ce travail, l'UNESCO s'occupant des chapitres consacrés à l'éducation et à la recherche. Les

exigences du travail ont empêché que l'on commence à mener à bien ce projet, mais tous les efforts seront faits pour qu'il débute cette année.

(c) Théorie et pratique de la mise en valeur rationnelle de ressources hydrauliques: Il a été entendu qu'il y avait lieu d'attirer l'attention du Conseil économique et social sur l'importance de ce point. La possibilité d'établir un manuel a été discutée mais toute décision a été remise jusqu'au moment où l'on posséderait plus d'expérience. Le manuel de la zone aride et les résultats des études d'ensemble sur les régions arides seront à cet égard extrêmement précieux.

(d) Conférence de Socorro: Copie des recommandations adoptées lors de la Conférence sur les terres arides organisées à Socorro par l'Association américaine pour l'avancement de la Science, a été distribuée aux participants à la réunion. Il a été entendu que les commentaires suscités par ces recommandations seraient envoyés à l'UNESCO.

(e) La purification de l'eau salée: Il a été convenu de faire figurer un court chapitre consacré à ce problème dans le rapport du Secrétariat général au Conseil économique et social l'année prochaine. Il a été également décidé que les travaux dans ce domaine seraient poursuivis en collaboration avec l'UNESCO.

(f) Conférence mondiale sur les ressources hydrauliques. Il a été entendu qu'il convenait d'attirer l'attention du Conseil économique et social sur la possibilité d'organiser une conférence mondiale sur les ressources hydrauliques.

(g) Glossaires et dictionnaires multi-lingues: L'UNESCO a été chargée de déterminer quelle action était entreprise par les autres Institutions spécialisées et par les organisations internationales en vue de normaliser la terminologie et de préparer des glossaires relatifs à l'utilisation et à la mise en valeur des ressources hydrauliques. Les institutions spécialisées et les organisations internationales continueraient à s'occuper de la normalisation de la terminologie et des glossaires, tandis que l'UNESCO entreprendrait la préparation de dictionnaires multi-lingues.

2.2. Après avoir rappelé la participation de l'UNESCO au deuxième Congrès Météorologique mondial, le rapport s'occupe de

2.3. *L'Année Géophysique Internationale*

Le rapport rappelle la recommandation faite par le Conseil Consultatif des Zones Arides lors de sa neuvième session et suivant laquelle il est demandé au Directeur Général de l'UNESCO de s'efforcer d'obtenir que l'observation des radiations solaires, des noyaux hydrosopiques et d'autres facteurs météorologiques soit faite par des observatoires dans la région comprise entre le 20° et le 30° degré de latitude Nord, région qui englobe de vastes étendues arides.

Une recommandation analogue fut faite par la Conférence sur les terres arides de Socorro, la demande englobant cependant également la zone correspondante de l'hémisphère Sud. Ces recommandations ont été examinées par les groupes de travail sur la météorologie et sur la zone équatoriale lors de la réunion du Comité Spécial de l'Année Géophysique Internationale (CSAGI) à Bruxelles en septembre 1955.

Des résolutions prises par ces groupes de travail recommandent que le réseau des observations météorologiques soit le plus complet possible dans diverses zones et notamment celles intéressant les zones arides, mentionnées ci-dessus. Diverses remarques ont cependant été faites, notamment sur l'impossibilité d'établir en temps les réseaux nécessaires aux observations sur les noyaux de condensation.

3. *Publications sur la Zone Aride*

Les ouvrages intitulés 'Ecologie végétale', 'Compte-rendu de recherches et Ecologie végétale', 'Actes du Colloque de Montpellier' ont paru en juin et en août 1955.

4. *Aide aux recherches sur les zones aride*

Le rapport présente notamment l'état actuel des projets de recherches auxquels une aide financière a été accordée.

5. *Équipement pour la mesure de l'énergie solaire*

Le Comité consultatif de recherches sur la zone aride, lors de sa neuvième session, a entendu lecture d'un rapport du Secrétariat sur l'action entreprise afin de mettre en application sa recommandation visant à stimuler le rassemblement de données sur l'énergie solaire et à établir le plan d'un pyréliomètre d'un modèle simple et normalisé. Le Secrétariat a continué ses recherches dans ce sens, en se donnant comme but immédiat d'établir une liste des instruments existants, plutôt que d'établir un nouveau prototype d'instrument. Un contrat a été passé avec le Stanford Research Institute pour organiser une discussion de table ronde sur l'équipement pour la mesure de l'énergie solaire à l'occasion de la tenue, cette année, en Arizona (USA), d'une conférence sur les aspects fondamentaux de l'utilisation de l'énergie solaire. Le représentant de l'UNESCO à la conférence fera un rapport verbal au cours de la session.

6. *Manuel de la Zone Aride*

M. DICKSON, Directeur du Manuel, s'est mis en rapport avec la FAO qui préparera les chapitres sur les cartes, l'agriculture et l'élevage et le régime foncier. La WHO s'occupera des chapitres sur la salubrité publique, l'alimentation et l'hygiène. Le professeur TISON, secrétaire de l'Association Internationale d'Hydrologie Scientifique a déjà introduit le chapitre sur l'hydrologie et les irrigations. Les plans actuels prévoient que le manuscrit sera envoyé à l'imprimerie au début de 1956 et que l'ouvrage paraîtra au cours de l'automne.

7. *Projets d'assistance technique dans la Zone Aride*

Le rapport énumère ce qui a été réalisé dans ce domaine au Brésil, en Egypte, en Lybie, au Mexique, au Pakistan, au Pérou, en Syrie et en Turquie.

8. *Bourses de recherches sur la zone aride*

8.1. L'UNESCO offre chaque année trois bourses de recherches sur la zone aride. En 1953, elles ont été attribuées à l'Egypte, au Pérou, et à la France (pour l'Algérie); en 1954 le Pakistan en a reçu deux et le Brésil une. Les bourses pour 1955 et 1956 ont été attribuées à l'Inde, à l'Irak, à la

République Argentine, au Royaume-Uni (pour les territoires non-autonomes de l'Afrique Orientale), à la Syrie, et à la Turquie.

V. LE PROJET D'ÉTUDES D'ENSEMBLE

Cette question fut l'objet de longues discussions ayant comme bases le travail préparatoire du Secrétariat et les avis exposés avant la réunion par plusieurs membres du Comité. Ces discussions ont conduit à la recommandation 3.

VI. EXAMEN DES RECOMMANDATIONS DE LA CONFÉRENCE TENUE À SOCORRO

Ces recommandations ont été groupées d'après les disciplines auxquelles elles se rapportent:

- (a) Anthropologie et archéologie.
- (b) Météorologie et climatologie.
- (c) Hydrologie.
- (d) Biologie, écologie, et conservation des ressources.
- (e) Organisation, information, et programmes interdisciplinaires.

Ce document, excessivement intéressant, est trop étendu pour être reproduit ici. Nous nous contenterons d'en donner la partie intéressant particulièrement, les hydrologues (recommandations 13 à 17, 21, 25, 28 et 30 (ii)).

13. Il est possible d'obtenir une coopération plus étroite entre la climatologie et l'hydrologie, en améliorant les échanges d'information entre ces deux domaines de la science et par des analyses conjointes visant à améliorer leurs méthodes communes. L'absence d'une telle collaboration entre climatologues et hydrologues a contribué, dans le passé, à une estimation inexacte des ressources hydrauliques disponibles pour la réalisation de certains projets relatifs à la zone aride.

14. En raison de l'importance des eaux souterraines pour les régions arides, il est nécessaire de poursuivre les recherches sur les aspects suivants de cette question: (i) méthodes de prospection des eaux souterraines et d'évaluation de leur volume; (ii) méthodes permettant d'augmenter la recharge des nappes aquifères et d'estimer les taux de recharge; (iii) rapport entre la végétation et autres facteurs biologiques et la recharge des nappes aquifères; (iv) aspects géomorphologiques liés à la présence et à la composition chimique des eaux souterraines.

15. Les précipitations qui se produisent au-dessus des bassins versants ne doivent pas être considérées uniquement en fonction de leur utilité pour l'irrigation; une plus grande importance devrait être accordée à l'établissement de plans permettant de tirer un parti judicieux des eaux qui n'atteignent pas les points d'utilisation situés en aval.

16. Il y a lieu de poursuivre les études sur les facteurs et les pratiques qui modifient la structure du sol, dans le cadre de diverses formes d'exploitation telles que le pâturage, la culture à sec et la culture par irrigation, compte tenu de l'importance que présentent la structure du sol et sa conservation du point de vue de la perméabilité et des mesures à prendre pour prévenir et réduire l'érosion.

17. Les hydrologues et les climatologues ont intérêt à recourir le plus possible aux études de végétation et particulièrement à examiner le rôle de

la végétation comme facteur de l'hydrologie des terres sèches et celui des espèces ou associations végétales en tant qu'elles fournissent des indications sur les climats, présents et passés.

Il convient de poursuivre l'étude de la dynamique géomorphologique des paysages en vue d'en appliquer les résultats à l'appréciation des possibilités d'une région, à la détermination des types de sol, et à l'élaboration de plans pour la mise en valeur des terres.

21. Il importe que de nouvelles recherches soient faites sur les moyens de déterminer et d'évaluer les besoins en eau des plantes des régions arides, et particulièrement sur l'efficacité de la transpiration, sur les rapports entre la transpiration et la photosynthèse et sur la régulation de la transpiration. Il est suggéré que le Comité consultatif de recherches sur la zone aride établisse un inventaire des renseignements et des études dont on dispose actuellement en la matière.

25. Des études intensives devraient être entreprises sur la formation de la rosée et sa mesure, ainsi que sur les moyens d'en tirer parti, afin de déterminer quel appoint elle peut fournir à la chute de pluie dans les régions arides. Ces études devraient porter sur l'utilisation de la rosée par les plantes et sur la sélection des plantes aptes à l'utiliser le plus efficacement, sur les rapports entre la rosée et l'humidité du sol, et sur l'établissement de relations physiques en vue d'extraire la rosée de l'atmosphère.

28. En ce qui concerne les études sur la purification des eaux salines et saumâtres, une coopération permanente devrait être instituée entre le Comité consultatif de recherches sur la zone aride, l'U.S. Saline Water Conversion Programme et le Groupe de travail N° 8 (Dessalement des eaux saumâtres) de l'Organisation européenne de coopération économique (OECE), afin d'adapter les possibilités techniques aux ressources économiques et aux nécessités locales.

30. (ii) Recherches de sciences sociales visant à étudier les facteurs restrictifs qui tendaient jusqu'ici à empêcher l'application des connaissances acquises. Il conviendrait de connaître beaucoup mieux les facteurs sociaux et économiques qui influent sur les progrès et les applications de la science, et de rechercher les moyens de convaincre les gens de prendre des mesures de mise en valeur des ressources, dont ils profiteront eux-mêmes et dont leur communauté recueillera ultérieurement les fruits. Une importance particulière doit être accordée aux études économiques et sociales propres à faire la lumière sur la valeur relative des utilisations concurrentes de l'eau. Dans ces recherches, la coopération des sciences de l'ingénieur et des sciences exactes et naturelles sera indispensable, de même que celle des géographes et des ethnologues.

VII. PLAN D'ORGANISATION DU COLLOQUE SUR LA CLIMATOLOGIE DE LA ZONE ARIDE (et plus particulièrement sur la microclimatologie)

Ce colloque doit avoir lieu en Australie à l'automne de 1956. Le Comité organisateur australien présente le programme ci-dessous pour un colloque d'une durée de quatre jours:

Session 1. Introductory.

Session 2. Evaporation and the Water Balance.

Session 3. Radiation and the Thermal Balance.

Session 4. Utilization of Precipitation.

Session 5. Interrelationships of Climatic Elements and Flora.

Session 6. Interrelationships of Climatic Elements and Fauna.

Session 7. Micro-climate of Man and Domestic Animals:

(a) clothing,

(b) housing.

Session 8. Modification of Micro-climate:

(a) natural,

(b) artificial.

Session 9. Salting and Chemistry of Rain-water.

Session 10. Conclusion.

Le Comité des Zones Arides, après une longue discussion à laquelle prirent part, outre les membres du Comité, les représentants du WMO et nombre d'experts français, adopta le projet australien mais en remplaçant la session relative à l'utilisation des précipitations par une session sur les besoins en observations climatologiques dans les zones arides (voir à ce sujet la recommandation 4). Tenant compte également des propositions du Comité australien, il fut décidé d'inviter 28 représentants australiens ou néo-zélandais et une douzaine d'autres experts. En y ajoutant les membres du Comité et les représentants des organisations habituelles, il faut compter que le nombre des participants sera de l'ordre de 70.

VIII. RAPPORTS-INVENTAIRES À FAIRE RÉDIGER POUR CE COLLOQUE

La liste de ces rapports sera établie en tenant compte des désirs exprimés par le Comité australien.

IX. EXAMEN DU PROGRAMME POUR 1957-1958 CONCERNANT LA ZONE ARIDE

Cet examen constitua, avec le point VII, le travail de base de la session. Les principaux objectifs du programme de la Zone Aride étaient jusqu'ici les suivants:

- (i) Recueillir et diffuser des informations concernant les recherches entreprises au sujet de la zone aride dans les laboratoires de nombreuses régions, notamment en faisant établir des inventaires de ces recherches et en organisant des colloques sur certaines questions. Ces rapports ont été publiés, ainsi que les comptes rendus des colloques.
- (ii) Encourager de nouvelles recherches dans certains domaines et les aider. Des subventions ont été accordées à cet effet sur recommandations du Comité consultatif de recherches sur la zone aride.
- (iii) Un système de bourses de recherches sur la zone aride a également contribué à faire avancer ces travaux, depuis la mise en application du programme.

L'UNESCO, seule organisation internationale ayant un programme exclusivement consacré aux Zones Arides, estime avoir le devoir de veiller à ce que les recommandations du colloque et de la conférence tenus au

Nouveau Mexique, en avril-mai 1955, soient traduites en actes. De là, la proposition actuelle de l'UNESCO de transformer le programme de la Zone Aride en un *projet majeur*, doté de crédits plus élevés et dont l'exécution serait concentrée dans le Moyen Orient et l'Asie du Sud. Le Comité consultatif de recherches sur la zone aride continuera son activité comme par le passé, mais, outre ses tâches de caractère international qui constituent comme le contexte général du projet, il aidera à créer dans les deux régions en question des centres de formation de spécialistes de la zone aride, à y constituer des équipes de recherche munies de l'équipement nécessaire (tant en matériel qu'en documentation), à y créer des laboratoires et à établir des programmes de recherches. Si le programme de la zone aride, par sa structure générale et son caractère international, peut être considéré comme une activité permanente, le projet majeur dont il est question ici et dont l'exécution serait concentrée au Moyen-Orient et en Asie du Sud devrait donner des résultats concrets en une période d'environ six années.

Plan de travail pour 1957-1958. Les longues discussions déjà mentionnées conduisirent à un plan de travail résumé dans les différents paragraphes des Recommandations 2 et 3. L'intervention de MM. DROUHIN, SCHOELLER, MAZLOUM, DANIEL, et TISON conduisit notamment à introduire parmi les inventaires de recherches un sujet hydrologique.

X. INSTRUMENTS DE MESURE DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

Il a déjà été question de ces instruments dans le rapport du Secrétariat (IV) et il y a été dit que l'UNESCO avait accordé une subvention pour que le sujet soit traité dans des réunions qui auraient lieu à l'occasion de la Conférence sur l'énergie solaire dans l'Arizona (Automne 1955). La recommandation 5 fait allusion aux difficultés rencontrées dans la solution de ce problème.

XI. PROJET DE CRÉATION D'UN INSTITUT INTERNATIONAL DES ZONES ARIDES

Cette idée ne fut pas retenue comme le montre la recommandation 7.

XII. EXAMEN DE RAPPORTS INTÉRIMAIRES

Les résultats de cet examen sont consignés dans la recommandation 8.

XIII. EXAMEN DE PROJETS DE RECHERCHES A ENTREPRENDRE A L'INITIATIVE DU COMITÉ

Cet examen s'est terminé par les recommandations 9 et 10.

XIV. EXAMEN DE DIVERSES DEMANDES D'ASSISTANCE FINANCIÈRE

Il conduisit aux dernières recommandations.

XV. PLANS RELATIFS A LA ONZIÈME SESSION DU COMITÉ CONSULTATIF

Cette session se tiendra en Australie, en octobre 1956, à l'occasion du symposium signalé sur la microclimatologie de la Zone Aride.

IV. RECOMMANDATIONS*

The Committee made the following recommendations:

* Certaines de ces recommandations ont subi dans la suite des modifications mineures de rédaction.

Recommendation 1

In view of the great interest in ensuring the collaboration of former members of the Advisory Committee and maintaining contact with them after the expiration of their terms of office, the Committee recommended that the Director General invite them to continue to co-operate in the program as corresponding members for arid zone problems in their respective regions and to participate when appropriate in future symposia.

Recommendation 2

The Committee reviewed the draft Program and Budget of UNESCO for 1957 and 1958, with particular reference to the proposed major project on arid lands, and called attention to the following aspects:

(a) *Sessions of the Committee.* The Director General should provide for at least one session of the Committee each year.

(b) *National or local co-operating committees.* The Director General might suggest that, in Member States whose National Commissions have a Science Committee, the chairman of the latter be an *ex officio* member of the national committees for co-operation with the arid zone program. He should be particularly charged with the maintenance of administrative liaison with the Secretariat on matters connected with the program.

(c) *Reviews of research.* The reviews of research should be commissioned so as to provide reports in 1957 on:

- (i) history of land use, particularly agriculture, in arid and semi-arid regions;
 - (ii) modification of soil structure under various land-use practices, such as grazing, dry-land farming, and irrigation farming;
- and in 1958 on:

- (iii) water requirements of plants, especially the efficiency of transpiration, the relationship of transpiration and photosynthesis, and the regulation of transpiration;
- (iv) methods of prospection and evaluation of water reserves, study of the hydrological balance of aquifers and methods for their recharge.

The Committee strongly supported the Secretariat's proposal to revert to publication of the reviews in separate English and French versions. Publication in additional languages was considered desirable and should be studied by the Secretariat.

(d) *Symposia.* Three symposia should be held in the anticipated six-year period for the operation of the major project in the Middle East and South Asia. One of these symposia should be held in 1957 or 1958 and the others as considered appropriate. These symposia should be held in the region mentioned above, in conjunction with sessions of the Advisory Committee. In the other years UNESCO should provide for assistance to a national or private organization which may be holding a symposium on a subject of arid zone interest, and should convene a session of the Advisory Committee in conjunction with it. These symposia might be held in any arid zone country.

(e) *Assistance to research in general.* The Committee welcomed the proposal to increase to \$20,000 the annual sum available for assistance to research projects.

(f) *Assistance to research in the Middle East and South Asia.* The Committee approved of the proposal to assist arid zone research institutes in the Middle East and South Asia, recognizing that the details must be worked out at a later session. It recommended that the general principles established for grants for research should apply so far as practicable in the allocation of assistance to the institutes.

(g) *Fellowships.* The Committee welcomed the proposed increase in the number of fellowships, but suggested that they should not be rigidly apportioned by year or area.

(h) *Special projects.* The intended establishment of an arid zone abstracting journal by another organization caused the withdrawal of the Secretariat's proposals in this regard. The Committee recommended that the Secretariat study the possibility of publishing at regular intervals reviews of recent selected important scientific work relating to arid zone problems.

(i) *Budget estimates.* In view of the increased number of publications proposed for 1957 and 1958, the Committee recommended that the UNESCO staff working on the program be increased.

Recommendation 3

With regard to integrated surveys, the Committee expressed its strong belief in the desirability of encouraging integrated surveys cutting across the usual disciplinary boundaries. It concluded that the funds allocated for this purpose in the 1955-6 budget might best be used for

- (a) provision of technical personnel to countries already engaged in or committed to the undertaking of integrated surveys;
- (b) fellowships for personnel who would prepare themselves for work on such surveys;
- (c) the preparing and publication of a review of the experience which interested countries have already acquired in the planning and conduct of integrated surveys. In preparing the review the Secretariat should use the advice of such international scientific groups as the International Geographical Union.

The Committee recommended that the Director General discuss the allocation of assistance, within the norms expressed above, with interested organizations in Syria and Pakistan.

Recommendation 4

The Committee reviewed the suggestion for topics to be covered in the symposium on arid zone climatology with special reference to micro-climatology, which had been submitted for its consideration by the World Meteorological Organization, the Australian Organizing Committee, and the members of the UNESCO panel of honorary consultants on arid zone climatology.

It recommended the acceptance of the program proposed by the Australian committee in document UNESCO/NS/AZ/263 Annex II, with the substitution of 'Climatological observational requirements in arid

regions' for the session on 'Utilization of precipitation' as the final session of the symposium.

The Committee also recommended that background papers be prepared within the scope of the specified topics. These papers should be distributed well ahead of the symposium and published as rapidly as possible.

Recommendation 5

The Committee heard with interest the report made by Mr. W. MOLLER on the symposium and conference on solar energy which had recently been held in Arizona by Stanford Research Institute with financial assistance from UNESCO. The Committee noted the difficulties in the way of arriving at an agreed design for a simple standard pyrheliometer until those wishing to utilize solar energy could reach agreement as to the data required to be collected. The Committee therefore recommended that the Director General take no further action in this matter for the present.

Recommendation 6

With regard to Recommendation 26 made at the Socorro Conference of the American Association for the Advancement of Science, the Committee recommended that UNESCO bring to the attention of its Member States the importance of the establishment and adequate maintenance of areas of suitable size for the protection of animal and plant communities of arid lands in their original habitats.

Recommendation 7

The Committee gave careful consideration to the proposal for the establishment of an international desert institute. It concluded that the major project in arid lands, proposed in the UNESCO program for 1957-58, has satisfied the main objectives of this proposal. The Committee thinks it would be unwise to establish an international institute for arid zone research in any one place.

Recommendation 8

The Committee took note of the interim reports which were presented by the persons responsible for the following research projects:

- (i) Study of the vegetation of the Rajasthan desert on a phytosociological basis.
- (ii) Study of the flora of Rajputana and the preparation of a herbarium.
- (iii) Research on the ecology and ethology of the camel in the north-western Sahara.
- (iv) Dew research in Sweden.
- (v) Study of the dynamics of plant groups in French West Africa.

The Committee was particularly impressed with the work described under project (v). With regard to project (iii) the Committee recommended that the Director General accord additional assistance to Dr. FILTERS to enable her to continue her study at Beni Abbès, Algeria, during a second summer.

Recommendation 9

With regard to the proposal for research on dew measurements which had been submitted by Dr. G. AUBERT, the Committee recommended that this

project be incorporated with that for research on dew in Egypt, submitted by Dr. ARVIDSSON of Sweden. The Secretariat was asked to arrange for the use of the apparatus of M. MASSON during the investigations in Egypt, and to assure itself that these are carried out in agreement with the Egyptian Meteorological Services. M. Masson should also be asked to establish contact with the World Meteorological Organization.

Recommendation 10

The Committee asked to take all possible action to have suitable research undertaken on the evolution of organic matter in arid and semi-arid zone soils and to present a project at the next session of the Committee.

Recommendation 11

The Committee expressed its great interest in the experimental development project using local energy sources, which had been prepared by Mr. E. W. GOLDING. The Committee did not consider that the project, as now drawn up, would qualify for support by UNESCO. It believed that if the project were to be found satisfactory when submitted in a revised form UNESCO might appropriately provide finance for scientific personnel involved in the project.

Autres recommandations

1. Une assistance financière est recommandée pour les recherches sur la rosée en Egypte (Dr. ARVIDSSON), en tenant compte de la recommandation 9 ci-dessus.
2. Il est recommandé d'accorder une aide financière pour les recherches sur l'énergie solaire en Israël, le projet devant cependant subir certaines modifications.
3. Une aide financière est recommandée pour la mission du Prof. EMBERGER en Proche-Orient.
4. Le Comité recommande la réalisation pour le Moyen-Orient de cartes donnant l'évaporation potentielle, l'indice d'humidité, la déficience ou le surplus en eaux.
5. Le Comité considérant l'activité technique des nombreuses recherches sur l'énergie solaire recommande la réunion d'un meeting international sur ce sujet.

H. SCHOELLER

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Bordeaux

ZONE ET RAYON D'APPEL, DÉBITS SPÉCIFIQUES DES FORAGES ET PUIITS. CALCUL DES CONSTANTES DES COUCHES AQUIFÈRES ET DE LA LONGUEUR DU FRONT D'EMPRUNT

Il n'est pas rare de rencontrer de nombreuses conceptions de l'hydrodynamique des puits et forages, qui semblent, à première vue, tout à fait logiques, mais qui en réalité pèchent par quelque côté mal vu ou mal défini.

C'est ainsi que l'on voit fréquemment admettre une valeur finie pour le rayon d'action des puits et forages, valeur finie indépendante du débit, indépendante de la structure géométrique du système aquifère. Or ce rayon d'action est lié aux limites du système aquifère dans le cas d'une nappe au repos, au débit du puits par rapport au débit unitaire de la nappe dans le cas d'une nappe en mouvement.

On admet encore couramment que le débit d'un forage dans une nappe captive est proportionnel au rabattement du niveau piézométrique de l'eau du forage. Or si cela est théoriquement vrai dans une nappe au repos, il n'en est plus de même dans une nappe en écoulement, ainsi que je le montrerai.

Ces errements proviennent surtout de ce que l'on pose mal les limites des zones d'appel des puits et forages. En précisant correctement ces dernières, il est d'ailleurs possible de calculer aisément les caractéristiques des nappes: perméabilité, ou perméabilité \times épaisseur de la nappe, pente de la nappe, longueur du front d'emprunt.

Nous supposons connues les formules des débits des puits et forages. Et nous ferons remarquer que toutes ces formules seront ici valables, car les pressions figurées par des hauteurs d'eau sont celles des limites; car à ces limites elles sont les mêmes que celles des filets liquides circulant au mur du système aquifère. Enfin nous précisons que nous n'examinerons ici que les cas de mouvement laminaire, conforme à la loi de Darcy, nous réservant pour plus tard le cas des mouvements turbulents et mixtes.

1°. LA ZONE D'APPEL ET LE RAYON D'APPEL DES PUIITS ET FORAGES

Lorsque l'on pompe dans un forage ou dans un puits, on produit un *cône* ou plus exactement une *zone d'abaissement de pression*, autour du puits ou du forage. Dans le cas d'une nappe libre, cette zone de dépression se traduit par un abaissement de la surface de la nappe, tandis que dans une nappe captive il n'y a qu'un abaissement de la surface piézométrique. Mais nous pouvons y distinguer (*Figure 1*) un *cône d'appel* ou une *zone d'appel*, constituée par toute la partie de la nappe dont les filets liquides se dirigent vers le forage ou vers le puits. Ce cône ou cette zone d'appel comprend donc un *rayon d'appel* et un *périmètre d'appel* ou *périmètre d'emprunt*. Au delà de cette zone d'appel existe une zone de la nappe, influencée par l'appel du forage

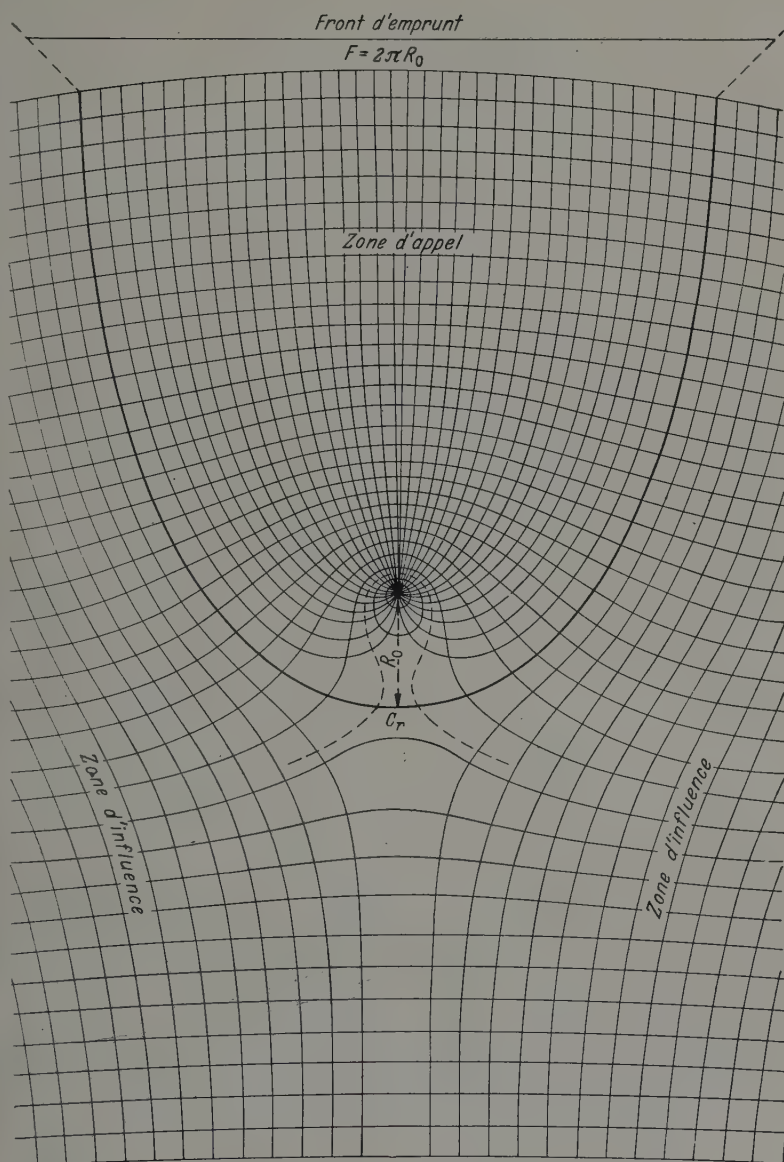


Figure 1. Surface piézométrique d'une nappe à écoulement, autour d'un puits ou d'un forage; lignes d'égal potentiel et lignes de courant

ou du puits, mais dont les filets échappent à cet appel. Nous appellerons cette zone, *cône* ou *zone d'influence* ou *d'action*.

Dans le cas d'un puits centré dans un *périmètre d'emprunt* circulaire horizontal, on a (Figure 2):

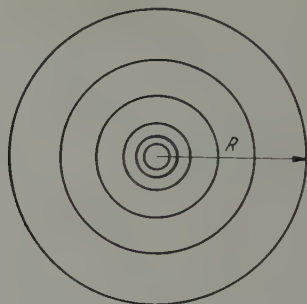


Figure 2. Surface piézométrique d'une nappe sans écoulement, autour d'un puits ou d'un forage; lignes d'égal potentiel

(a) dans le cas d'une nappe libre, horizontale, traversée par le puits jusqu'au mur imperméable (Figure 3(a)):

$$q = \pi K \frac{H^2 - h^2}{\log_e R/r}$$

Lorsque le puits n'atteint pas le fond imperméable (Figure 3(b)), on peut,

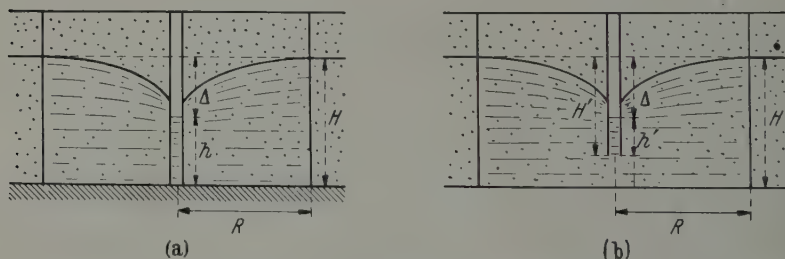


Figure 3. (a) Puits dans une nappe libre, et atteignant le mur imperméable. (b) Puits dans une nappe libre, et n'atteignant pas le mur imperméable

d'après PORCHET, remplacer H par $H' + r/2$ et h par $h' + r/2$, H' et h' étant les hauteurs d'eau dans le puits. On a alors:

$$q = \pi K \frac{(H' + r/2)^2 - (h' + r/2)^2}{\log_e R/r}$$

(b) dans le cas d'une nappe captive horizontale, traversée par le forage sur toute son épaisseur ε (Figure 4(a)),

$$q = 2\pi K \varepsilon \frac{\Delta}{\log_e R/r}$$

Lorsque le forage ne pénètre dans le terrain aquifère que sur une longueur l , d'après KOZENY*, ε doit être remplacé par

$$\varepsilon' = l \left(1 + 7 \sqrt{\left(\frac{r}{2l} \right) \cos \frac{\pi l}{2\varepsilon}} \right),$$

et l'on a

$$q = \frac{2\pi K \Delta}{\log_e R/r} l \left(1 + 7 \sqrt{\left(\frac{r}{2l} \right) \cos \frac{\pi l}{2\varepsilon}} \right).$$

Si le forage n'atteint que le toit, sans percer la couche aquifère,

$$q = 2\pi K \frac{\Delta}{1/r - 1/R}.$$

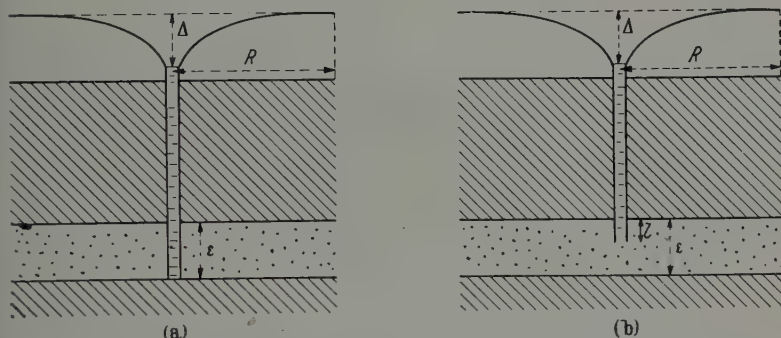


Figure 4. (a) Forage dans une nappe captive, et traversant toute l'épaisseur de la couche aquifère. (b) Forage dans une nappe captive, et ne traversant que partiellement la couche aquifère

Comme $1/R$ peut être le plus souvent négligé devant $1/r$,

$$q = 2\pi K r \Delta.$$

Plus récemment LI, BOCK, et BENTON† ont donné une autre formule s'appliquant au cas où le forage ne traverse pas toute l'épaisseur de l'aquifère. Cette formule est préférable. En effet si la formule de Kozeny donne des résultats raisonnables en pratique, elle a cependant certaines limitations. En effet la formule de Kozeny n'est pas exacte pour de très grandes valeurs de R , contrairement à celle de Li, Bock, et Benton.

On a, d'après ces auteurs,

$$q = 2\pi K \varepsilon \frac{\Delta - \Delta'}{\log_e R/r}, \quad \text{et} \quad A = \left[\left(\frac{\varepsilon}{l} \right)^n - 1 \right] \log_e \frac{\varepsilon}{r},$$

dans laquelle

$$\Delta' = \frac{q}{2\pi K \varepsilon} \left[\left(\frac{\varepsilon}{l} \right)^n - 1 \right] \log_e \frac{\varepsilon}{r},$$

* J. KOZENY, *Hydraulik*, Vienne, 1953, p. 422-425.

† Wen Hsiung LI, Paul BOCK, et George S. BENTON. A new formula for flow into partially penetrating wells in aquifers. *Trans. Amer. geophys. Un.* 35, n° 5 (1954) 805.

ce qui par conséquent donne :

$$q = \frac{2\pi K\varepsilon\Delta}{\log_e R/r + \left[\left(\frac{\varepsilon}{l} \right)^n - 1 \right] \log_e \varepsilon/r}$$

et l'on a

$$n = \frac{3}{4} \left(\frac{\varepsilon}{100r} \right)^{0.05} \cong 3/4.$$

Ces équations sont valables dans les conditions suivantes :

$$800 \geq \varepsilon/r \geq 25, \quad r \geq \varepsilon - l, \quad 1 \geq l/\varepsilon \geq 0,1.$$

Lorsque le périmètre d'alimentation circulaire n'est pas horizontal, on peut prendre pour pression le long de ce périmètre, la pression moyenne de celui-ci. On obtient le même résultat.

Mais d'une manière très générale, les périmètres d'alimentation sont très loin d'être circulaires. Ils peuvent même être rectilignes. Il n'y a plus à proprement parler de rayon d'appel. Cependant nous admettrons pour tous ces cas un rayon fictif d'appel qui serait le rayon d'appel d'un puits ou forage qui donnerait le même débit, avec la même dépression, dans une même nappe, mais à périmètre d'alimentation concentrique au puits ou au forage. Ce rayon fictif, R_f , d'appel est donc dans le cas d'une nappe libre,

$$\log_e R_f = \pi K(H^2 - h^2)/q + \log_e r,$$

dans le cas d'une nappe captive

$$\log_e R_f = 2\pi K\varepsilon\Delta/q + \log_e r.$$

Quelle est l'extension de la zone d'appel ou du cône d'appel?

Le cône ou la zone d'appel s'étendent obligatoirement du forage ou du puits jusqu'à la source de l'eau. Il ne peut en être autrement. C'est la source de l'eau qui est la limite du système et qui est imposée comme condition dans les intégrations.

Dans une nappe sans écoulement, c'est à dire à surface piézométrique horizontale, et par conséquent aussi à périmètre horizontal, c'est par ce périmètre où l'on admet la constance des conditions, en particulier des pressions, que se fait l'alimentation. La zone d'appel ou le cône d'appel s'étend donc jusqu'à ce périmètre, et le rayon d'appel est celui correspondant à ce périmètre limite.

Dans les cas précédents, la zone d'appel ou le rayon d'appel sont des données. Ils ne varient pas en fonction du débit.

Dans une nappe en mouvement, cylindrique, c'est à dire à filets parallèles, le forage ou le puits intercepte les filets de la nappe sur une largeur telle que le débit des filets interceptés soit égal au débit du forage ou du puits (Figure 1). C'est cette largeur qui détermine la zone d'appel. Cette largeur est la ligne ou front d'emprunt.

Comme on le voit, c'est le rapport existant entre le débit du puits et le débit par unité de longueur de front de la nappe qui détermine le rayon

d'appel ou la zone d'appel. *Ceux-ci varient donc avec le débit du puits contrairement aux cas précédents.*

Les nappes sans écoulement n'existent pour ainsi dire pas dans la nature. Tous les problèmes à résoudre sont des problèmes dans des nappes s'écoulant et dont il faut par conséquent connaître la surface piézométrique, c'est à dire la valeur et la direction de sa pente.

GAS DES NAPPES CAPTIVES

(a) *Nappe avec écoulement, nappe cylindrique*

On a

$$q = 2\pi K \varepsilon' \frac{\Delta}{\log_e R_0/r}, \quad \text{ou} \quad q = 2\pi K \varepsilon \frac{\Delta}{A + \log_e R/r} \quad (1)$$

Or

$$R_f = R_0 = \frac{q}{2\pi K \varepsilon i}, \quad (2)$$

i étant la pente de la surface piézométrique et $R_f = R_0$ le rayon fictif qui ici on le sait, est égal à la distance séparant le centre du forage de la crête aval, C_r , de la nappe, *Figure 1*.

$$\text{On a donc} \quad R_f \log_e R_f/r = \frac{\varepsilon' \Delta}{\varepsilon i}. \quad (3)$$

Et lorsque $\varepsilon' = \varepsilon$:

$$R_f \log_e R_f/r = \Delta/i.$$

Et avec la formule de Li, Bock, et Benton

$$R_f \log_e R_f/r + A R_f = \Delta/i.$$

On peut donc déterminer R_f sans connaître K . On voit donc que R_f est fonction de Δ et par conséquent de q . On a d'ailleurs $q/q' = R_f/R_f'$.

$$\text{D'après (1),} \quad \log_e R_f/r = 2\pi K \varepsilon' \Delta/q. \quad (4)$$

Et l'on a, puisque $q = F \varepsilon i = 2\pi R_f \varepsilon i$, F étant la longueur du front d'appel de la nappe:

$$R_f = \frac{1}{2\pi} \frac{q}{q_n},$$

q_n étant le débit de la nappe par unité de longueur de front de celle-ci.

(b) *Nappe sans écoulement*

Dans ce cas, comme nous l'avons vu, le *périmètre d'appel* (*périmètre d'emprunt*) ou le *rayon d'appel* sont des éléments fixes, des limites correspondant à la zone d'alimentation et qui doivent être donnés dans la résolution des problèmes.

Le rayon fictif d'un forage est donc donné par la formule:

$$\log_e R_f = 2\pi \varepsilon' K \Delta/q + \log_e r.$$

Pour calculer ce rayon fictif, il est donc nécessaire de connaître l'épaisseur ε' de la nappe, la perméabilité K du terrain aquifère et le débit spécifique $q_s = q/\Delta$ du forage. Il est bien évident que les rayons fictifs

ainsi calculés, ne peuvent l'être qu'avec une très large approximation, car une faible erreur dans l'estimation de ε ou de K , entraîne une très grande erreur de R_f .

Nous allons maintenant exposer les différents cas correspondant aux diverses formes géologiques des *périmètres d'appel* ou périmètres d'alimentation.

Dans la Figure 5 on a $R_f = R$, et dans la Figure 6 on a $R_f = (R^2 - \delta^2)/R$.

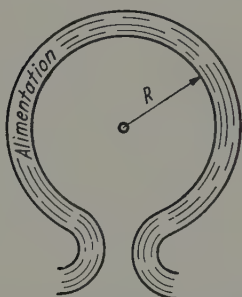


Figure 5. Périmètre d'alimentation circulaire, concentrique au puits

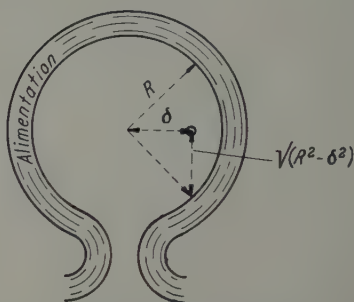


Figure 6. Périmètre d'alimentation circulaire, à puits excentrique

Un puits excentré débite donc plus qu'un puits centré. La comparaison du débit q_e d'un puits excentré avec celui q_c d'un puits centré

$$q_e/q_c = 1 - \frac{\log(1 - \delta^2/R^2)}{\log R/r + \log(1 - \delta^2/R^2)}$$

montre que ce déplacement a un effet si petit, que même lorsque le puits est à mi-chemin du centre et du périmètre d'alimentation, l'accroissement du flux est de moins de 5 pour cent du flux du puits centré.

D'un point de vue pratique, ce résultat montre que pour avoir une augmentation très nette de débit, il faut que δ , la distance du puits au centre, soit de l'ordre de grandeur du rayon, R , du périmètre d'alimentation.

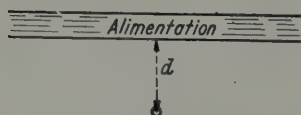


Figure 7. Périmètre d'alimentation rectiligne, simple, de longueur infinie, dans une nappe infinie

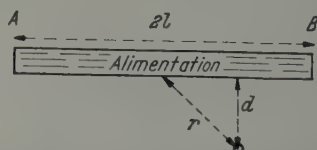


Figure 8. Périmètre d'alimentation rectiligne, de longueur finie, dans une nappe à autres dimensions horizontales infinies

De plus ceci justifie l'utilisation des formules d'écoulement radial simple dans le cas de puits inclinés par rapport au plan des couches aquifères (plan de stratification générale) pour toutes les valeurs raisonnables de ce pendage, puisque le résultat du déplacement depuis le centre de la formation, ne produit que des modifications très légères des valeurs de q .

* M. MUSKAT. *The Flow of Homogeneous Fluids through Porous Media*. 2^{ème} édition, 1946, p. 172.

Dans la Figure 7, $R_f = 2d$ (Muskat, *op. cit.* p. 176), et dans la Figure 8,

$$R_f = 4d \frac{\sqrt{\{(l^2 - r^2)^2 + 4d^2l^2\}}}{l^2 - r^2 + \sqrt{\{(l^2 - r^2)^2 + 4d^2l^2\}}} \quad (\text{Muskat, } op. cit. p. 186)$$

où d = distance perpendiculaire du puits au périmètre, r = distance du puits au milieu du périmètre, $2l$ = longueur du périmètre.

Si le puits est situé perpendiculairement au milieu du périmètre (Figure 9)

$$R_f = 2d (1 + d^2/l^2) = 2d \csc^2 \theta/2.$$

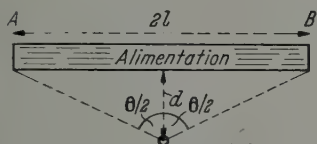


Figure 9. Périmètre comme Figure 8, mais puits situé perpendiculairement au milieu du périmètre

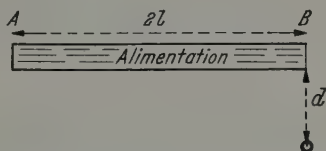


Figure 10. Périmètre comme Figure 8, mais puits situé perpendiculairement à une extrémité du périmètre

Dans le cas d'un périmètre de longueur infinie, on a $R_f = 2d$. Par conséquent, pour une même valeur de d , le puits du cas présent débite moins.

Si le puits est situé perpendiculairement à une extrémité du périmètre (Figure 10),

$$R_f = 4d \frac{\sqrt{(4l^2 + d^2)}}{\sqrt{(4l^2 + d^2)} - d} \quad (\text{Muskat } op. cit. p. 192).$$

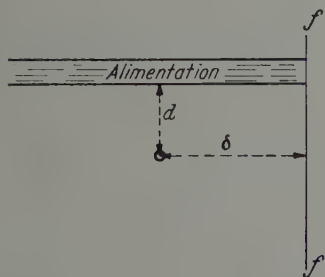


Figure 11. Périmètre d'alimentation rectiligne, nappe limitée par une faille transversale

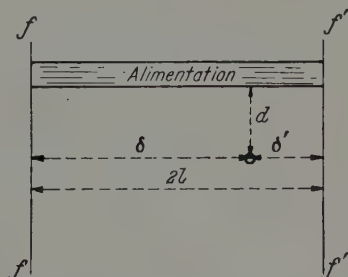


Figure 12. Périmètre d'alimentation rectiligne, nappe limitée par deux failles transversales

Si le puits est situé à une distance du milieu du périmètre de la source, égale à la moitié de ce périmètre,

$$R_f = 4d.$$

Une remarque importante est à faire. $\csc^2 \theta/2$ entre dans le logarithme dans l'avant dernière équation. Par conséquent, si l'on suppose que l'on a affaire à une ligne infinie, avec $\theta = \pi$, les calculs pratiques n'introduiront qu'une faible erreur en assimilant le cas d'un front fini à un front infini,

tant que la distance, d , du puits à l'affleurement, est beaucoup plus petite que la longueur de la ligne d'alimentation.

Voici maintenant quelques cas examinés par M. BERKALOFF*.

Dans la Figure 11, $R_f = 2da$. On a pour $\log a$, suivant les différentes valeurs de d/δ :

Table 1

d/δ $\log a$	0,1 0	0,2 0,01	0,3 0,02	0,4 0,03	0,5 0,05	0,6 0,07	0,7 0,09	0,8 0,11	0,9 0,13	1 0,15	1,2 0,19
d/δ $\log a$	1,4 0,24	1,6 0,28	1,8 0,31	2,0 0,35	2,5 0,43	3,0 0,50	3,5 0,56	4,0 0,61			

Dans la Figure 12, $R_f = 2daa'D$. Les valeurs de a et a' sont à prendre dans le tableau précédent. Les valeurs de D sont données dans le tableau suivant, en fonction des rapports $d/2l$ et $\delta/2l$.

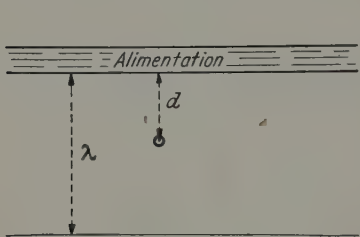


Figure 13. Périmètre d'alimentation rectiligne, nappe limitée longitudinalement

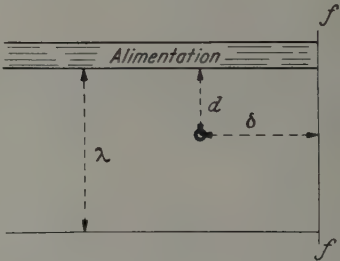


Figure 14. Périmètre d'alimentation rectiligne, nappe à deux limites, l'une longitudinale, l'autre transversale

Table 2. Valeurs de $\log D$

$d/2l$	$\delta/2l$		
	0,5	0,2	0
0,1	0,01	0,01	0,01
0,2	0,04	0,05	0,05
0,3	0,10	0,10	0,11
0,4	0,17	0,18	0,19
0,6	0,37	0,38	0,50
0,7	0,49	0,49	0,53
0,8	0,63	0,64	0,67
0,9	0,77	0,79	0,82
1,0	0,93	0,95	0,98

Dans la Figure 13, $R_f = 2db$, où b est à prendre dans le tableau suivant, en fonction de d/λ .

* Berkaloff in M. GOSSELIN. L'inventaire des ressources hydrauliques de la Tunisie. Ann. Ponts Chauss. (1951) n° 24, p. 513-555 et n° 31, p. 665-763.

Table 3

d/λ $\log b$	0,1 0	0,2 0,02	0,3 0,03	0,4 0,06	0,5 0,11	0,6 0,16	0,7 0,25	0,8 0,39	0,9 0,65
-------------------------	----------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

On voit que tant que d n'est pas plus grand que $\lambda/3$, $\log b$ peut être négligé, et que l'on peut traiter la nappe comme si elle avait une extension infinie.

Dans la Figure 14, $R_f = 2dabc$, où les valeurs de a et de b sont à prendre dans les tableaux précédents, celles de c dans le tableau suivant, en fonction de δ/λ et de d/λ .

Table 4. Valeurs de $\log c$

δ/λ	d/λ								
	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
0,1	+0,51	+0,35	+0,23	+0,16	+0,10	+0,06	+0,03	+0,01	0
0,2	+0,32	+0,26	+0,19	+0,13	+0,09	+0,05	+0,03	+0,01	0
0,3	+0,19	+0,17	+0,14	+0,10	+0,07	+0,04	+0,02	+0,01	0
0,4	+0,10	+0,10	+0,08	+0,07	+0,05	+0,04	+0,02	+0,01	0
0,6	0	+0,02	+0,02	+0,02	+0,02	+0,01	0	0	0
0,8	-0,03	-0,02	-0,01	0					
1,0	-0,03	-0,03	-0,02	-0,01	-0,01	0			
2,0	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,01	0		
4,0	-0,01	-0,01	0						

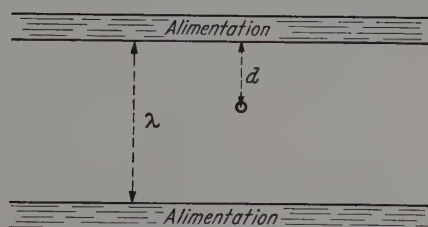


Figure 15. Double périmètre d'alimentation rectiligne, parallèle et de longueur infinie

Dans la Figure 15, $R_f = 2d/e$, où e est à prendre dans le tableau suivant en fonction de d/λ :

Table 5

d/λ $\log e$	0,1 0	0,2 0,03	0,3 0,07	0,4 0,12	0,5 0,19
-------------------------	----------	-------------	-------------	-------------	-------------

D'après Berkaloïf, lorsque l'axe du puits est perpendiculaire à la formation aquifère, r est égal au rayon de la crépine. Si les couches aquifères sont notablement inclinées, il y a lieu d'adopter pour r , le rayon de la crépine

multiplié par un coefficient correcteur, p , dont les valeurs sont données sous forme de log dans le tableau suivant:

Table 6

pendage log p	0° 0	5° 0	10° 0	15° 0,01	20° 0,02	25° 0,03	30° 0,04	35° 0,06	40° 0,08	45° 0,11	50° 0,14
pendage log p	55° 0,18	60° 0,22	65° 0,29	70° 0,37	75° 0,48	80° 0,67	85° 0,93				

GAS DES NAPPES LIBRES

(a) *Nappe avec écoulement.* (Figure 1)

$$\text{On a} \quad R_f = R_0 = \frac{q}{2\pi K H i},$$

$$\text{car l'on a} \quad q = F K H i \quad \text{et} \quad F = 2\pi R_0,$$

H étant la hauteur de la nappe, i l'inclinaison de cette nappe, et F le front d'emprunt.

$$\text{On a d'autre part} \quad q = \pi K \frac{(H' + r/2)^2 - (h' + r/2)^2}{\log_e R_f/r},$$

$$\text{d'où} \quad \log_e R_f/r = \pi K \frac{(H' + r/2)^2 - (h' + r/2)^2}{q}.$$

$$\text{On a donc} \quad R_f \log_e R_f/r = \frac{(H' + r/2)^2 - (h' + r/2)^2}{2H i}$$

$$\text{ou} \quad R_f \log_e R_f/r = \frac{\Delta}{2i} \frac{(H' + h' + r)}{H}.$$

Lorsque le puits atteint le fond de l'imperméable

$$H' + r/2 = H \quad \text{et} \quad h' + r/2 = h.$$

Le rayon d'appel ne dépend pour une même valeur de q , que de H , K , et i , ou pour de mêmes valeurs de K , H , et i , que de q .

(b) *Nappe sans écoulement*

$$\text{On a} \quad \log_e R_f = \pi K (H^2 - h^2) / q + \log_e r$$

$$\text{ou} \quad \log_e R_f = \pi K \{ (H' + r/2)^2 - (h' + r/2)^2 \} / q + \log_e r.$$

Pour tous les rayons fictifs des puits dans les nappes libres, on peut prendre les mêmes valeurs attachées à chaque cas géométrique particulier, que dans le cas des nappes captives. On se reportera donc aux nappes captives.

REMARQUES

Dans le cas des nappes artésiennes, utilisées par des puits ou des forages, les formules de débit des puits ou forages, à écoulement purement radial, sont également applicables aux cas où cet écoulement n'est pas entièrement radial, c'est à dire où les pressions sur la limite circulaire ne sont pas uniformes. Il suffit en effet, et cela se démontre, de prendre pour pression de cette limite, la moyenne des pressions qui se trouvent sur cette limite.

Nous avons vu que de même si le puits n'est pas au centre de cette limite, la formule de débit du puits, formule de Dupuit, est également valable, pourvu que le puits ne soit pas trop près de cette limite.

Et nous avons vu également que si la limite n'est pas circulaire, on obtient les mêmes résultats en remplaçant R par un rayon fictif, R_f , de valeur égale à une distance moyenne raisonnable.

Quoique ces résultats puissent être démontrés seulement rigoureusement pour des systèmes à écoulement sans gravité, par pression seule, il est clair qu'ils sont sans aucun doute au moins approximativement valables pour les écoulements de gravité, puisqu'ils sont essentiellement une conséquence de la géométrie du système de l'écoulement.

QUELQUES RESULTATS DE CALCULS

L'épaisseur de la nappe a une influence nulle, tandis que Δ et i en ont une forte.

Table 7

Rayon fictif d'un forage dans une nappe captive en mouvement

Δ	1 m	3 m
i	0,001	0,001
r	0,25	0,25
R_f	152	405
F	955	2550

Table 8

Rayon fictif d'un puits dans une nappe libre en mouvement

H	10 m	10 m	20 m	20 m
h	5	5	15	10
$H-h$	5	5	5	10
r	1	1	1	1
i	0,002	0,001	0,001	0,001
R_f	324	590	607	1075
F	2050	3730	3840	6800

On voit la faible influence de H et la forte influence de $H-h$ et de i .

2°. LES DÉBITS SPÉCIFIQUES DES FORAGES ET DES PUITES

Examinons maintenant les débits spécifiques des puits et des forages et leur variation en fonction du débit.

NAPPES CAPTIVES

(a) *Nappe sans écoulement*

On a alors pour débit spécifique:

$$q_s = q/\Delta = \frac{2\pi\varepsilon'K}{\log_e R/r}.$$

Dans ce cas R est constant puisque R est la limite du système. Par conséquent le débit spécifique q_s l'est aussi quelque soit q .

(b) *Nappe avec écoulement*

On a alors pour débit spécifique:

$$q_s = q/\Delta = \frac{2\pi\varepsilon'K}{\log_e R/r} = \frac{2\pi\varepsilon'K}{\log_e q - \log_e (2\pi\varepsilon'K i)}.$$

Or nous avons vu que R varie avec q ; q_s varie donc aussi, mais assez faiblement. Il diminue lorsque q augmente. Les variations de q_s seront d'autant plus faibles que le forage aura un diamètre plus petit et que la nappe aura une inclinaison, une perméabilité plus petite, autrement dit que la nappe aura un débit unitaire (par unité de front) plus petit, autrement dit que le front d'alimentation sera plus grand.

Voici quelques exemples de variations de q_s , avec $K = 0,1$ litre/sec m²; $i = 1/1000$; $r = 0,50$; $\varepsilon' = \varepsilon$.

Table 9

q	q_s avec $\varepsilon = 100$	q_s avec $\varepsilon = 100$
3,1	0,91	43,1
31	0,68	9,1
310	0,55	6,8
3100		5,5

On trouvera plus loin un autre exemple de variation de q_s .

La variation de Δ en fonction de q , donne donc une courbe à partir de laquelle, nous verrons plus loin, nous pouvons calculer le produit εK et i .

Nous ferons remarquer aussi que lorsqu'un mouvement turbulent ou un mouvement mixte, partiellement laminaire partiellement turbulent, s'installe dans un forage, la variation de Δ en fonction de q , donne aussi une courbe. Il s'agit de bien vérifier que l'on a un mouvement laminaire seulement.

Il sera également nécessaire de retrancher de Δ , toutes les pertes de charges dues aux frottements à l'intérieur du forage lui-même et de la crépine.

NAPPES LIBRES

(a) *Nappe sans écoulement*

$$\text{On a } q_s = q/\Delta = K\pi \frac{2H - \Delta}{\log_e R/r} \quad \text{ou} \quad q_s = K\pi \frac{2H' - \Delta + r}{\log_e R/r}.$$

R est constant. q_s varie en fonction de Δ et par conséquent de q . Lorsque q ou Δ augmente, q_s diminue.

(b) *Nappe avec écoulement*

R varie ici. Il s'accroît en même temps que q . Lorsque q ou $\Delta = H - h$ augmente, $2H - \Delta$ diminue, $\log_e R/r$ augmente, q_s diminue donc et plus rapidement que dans le cas précédent. On trouvera plus loin un exemple de variation de q_s en fonction de Δ ou de q .

3°. CALCUL DES CONSTANTES DES COUCHES AQUIFÈRES, A L'AIDE DES MESURES DE DÉBIT ET DE RABATTEMENT DU NIVEAU DE L'EAU DES FORAGES ET PUITS

Les études précédentes vont nous permettre de calculer quelques constantes des nappes aquifères, leur épaisseur, leur perméabilité, sinon le produit épaisseur \times perméabilité, leur pente.

Nous ne considérerons ici que le cas des nappes présentant un écoulement, c'est à dire une surface piézométrique ayant une certaine pente i .

(a) *Cas d'une nappe captive*

$$\text{Nous avons} \quad q = \frac{2\pi K\varepsilon'\Delta}{\log_e R_0/r} \quad \text{ou} \quad q = \frac{2\pi K\varepsilon\Delta}{A + \log_e R_0/r}.$$

$$\text{Or} \quad R_0 = \frac{q}{2\pi K\varepsilon i}.$$

On a donc:

$$q = \frac{2\pi K\varepsilon'\Delta}{\log_e q - \log_e 2\pi K\varepsilon i r} \quad \text{ou} \quad q = \frac{2\pi K\varepsilon\Delta}{A + \log_e q - \log_e 2\pi K\varepsilon i r},$$

$$\log_e q - \log_e 2\pi K\varepsilon i r = 2\pi\varepsilon'K\Delta/q \quad \text{ou} \quad A + \log_e q - \log_e 2\pi K\varepsilon i r = 2\pi\varepsilon K\Delta/q.$$

D'où l'on tire:

$$\frac{1}{2\pi\varepsilon'K} = \frac{d\Delta}{dq} - \frac{\Delta}{q} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{2\pi\varepsilon K} = \frac{d\Delta}{dq} - \frac{\Delta}{q}.$$

Cette formule nous permet donc de calculer εK , à l'aide de la courbe expérimentale de Δ en fonction de q .

Comme l'on a:

$$\log_e i = \log_e q - \log_e 2\pi K\varepsilon r - 2\pi K\varepsilon'\Delta/q,$$

il est facile d'en tirer i , puisque l'on connaît εK et Δ , en fonction de q . Dans le cas où le forage ne traverse pas entièrement la couche aquifère, il est nécessaire de connaître la hauteur ε' . Voici un exemple. Un forage traversant toute la couche aquifère, $\varepsilon' = \varepsilon$, donne pour les différentes valeurs

38 ASSOCIATION INTERNATIONALE D'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE
 de q (en litres/sec.), les valeurs suivantes de Δ (en mètres), et par conséquent
 aussi de q_s (Figure 16).

Table 10

q	Δ	q_s	q	Δ	q_s
0,1	0,055	1,82	8	9,96	0,80
0,2	0,132	1,52	9	11,37	0,79
0,3	0,216	1,39	10	12,82	0,78
0,4	0,307	1,30	20	27,8	0,72
0,5	0,403	1,24	30	43,6	0,69
1	0,918	1,09	40	60	0,67
2	2,12	0,98	50	77	0,65
3	3,26	0,92	60	93,9	0,64
4	4,55	0,88	70	111	0,63
5	5,87	0,85	80	129	0,62
6	7,18	0,84	90	147	0,613
7	8,58	0,82	100	164,8	0,606

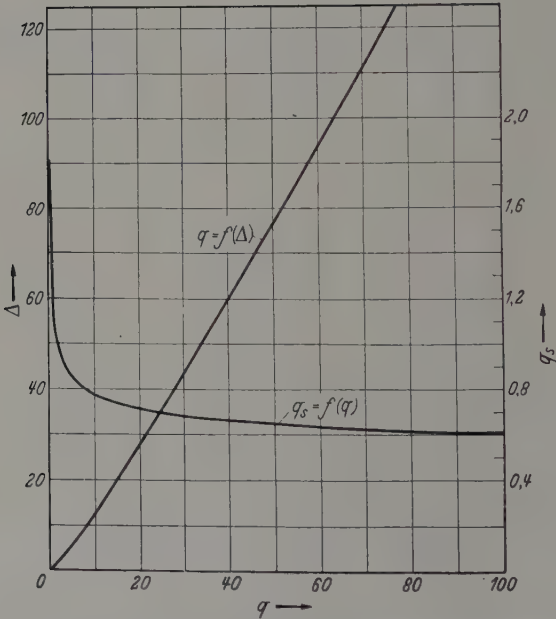


Figure 16. Débit spécifique en fonction du débit et débit en fonction du rabattement dans le cas d'un forage dans une nappe captive (exemple du texte)

On a donc
$$\frac{1}{2\pi\epsilon K} = \frac{d\Delta}{dq} - \frac{\Delta}{q}.$$

A $q = 90$ litres/sec., $\Delta = 147$ m,

$$\frac{d\Delta}{dq} = \frac{35,8}{20} = 1,79;$$

d'où $K = 1,01$ (ε étant exprimé en mètres et K en litres/sec.). $Aq = 8 \text{ l./sec.}$,
 $\Delta = 9,96 \text{ m}$,

$$\frac{d\Delta}{dq} = \frac{2,79}{2};$$

d'où $\varepsilon K = 1,06$. On a donc sensiblement $\varepsilon K = 1$. On pourrait également se servir du graphique pour déterminer $d\Delta/dq$ et Δ/q .

En ce qui concerne la pente de la nappe, on a :

$$\log_e i = \log_e q - \log_e 2\pi K \varepsilon r - 2\pi \varepsilon K \Delta / q.$$

Avec $\varepsilon K = 1$, si	$r = 0,5 \text{ m}$,	
avec $q = 1$,	$\Delta = 0,918$	$i = 0,001$ sensiblement;
$q = 10$,	$\Delta = 12,82$	$i = 0,001$ „
$q = 100$,	$\Delta = 164,8$	$i = 0,001$ „

(b) Cas d'une nappe libre

Nous avons alors :

$$q = \pi K \frac{(H' + r/2)^2 + (h' + r/2)^2}{\log_e R/r}$$

$$\text{Or } R = \frac{q}{2\pi K H i} \quad \text{et} \quad \Delta = H - h.$$

On a donc :

$$= \pi K \frac{(H' + r/2)^2 - (h' + r/2)^2}{\log_e q - \log_e 2\pi K H i r}, \quad (1)$$

$$q = \pi K \frac{(2H' + r)\Delta - \Delta^2}{\log_e q - \log_e 2\pi K H i r},$$

$$q_s = K \frac{2H' + r - \Delta}{\log_e q - \log_e 2\pi K H i r},$$

q_s étant le débit spécifique du puits, d'où l'on tire

$$\frac{1}{K} = 2(H' - \Delta + r/2) \frac{d\Delta}{dq} - (2H' - \Delta + r) \frac{\Delta}{q}. \quad (2)$$

Rappelons que lorsque le puits atteint le fond, $H' + r/2 = H$. On peut donc calculer K à partir d'une courbe de débit d'un puits en fonction de Δ , si l'on connaît H' ou H .

Et l'on peut calculer la pente i de la nappe à l'aide de la formule (1) qui donne :

$$\log i = \log q - \log 2\pi K H r - \frac{\pi K}{2,3026} \frac{(2H' + r)\Delta - \Delta^2}{q}. \quad (3)$$

Nous donnons ci-après un exemple :

Soient une nappe ayant $H = 10 \text{ m}$ et un puits de rayon $r = 1 \text{ m}$, et donnant

40 ASSOCIATION INTERNATIONALE D'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE
 pour différents débits q en l./sec., les rabattements Δ suivants en mètres
 (Figure 17).

Table 11

q	Δ	q_s	q	Δ	q_s
0,1	0,0007	1430	20	2,04	9,97
0,5	0,0165	30,2	35	2,78	8,99
1	0,0442	22,6	30	3,6	8,34
5	0,3548	14,1	35	4,56	7,68
10	0,843	11,86	40	4,77	6,93
15	1,41	10,63	45	7,57	5,94

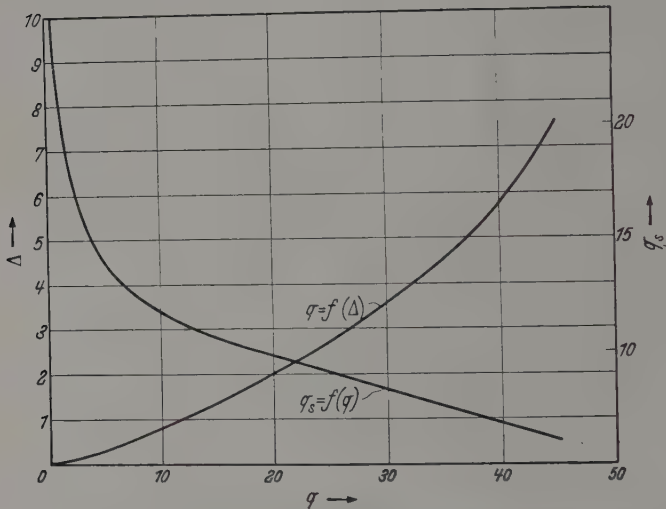


Figure 17. Débit spécifique en fonction du débit, et debit en fonction du rabattement dans le cas d'un puits dans une nappe libre (exemple du texte)

La formule (2) nous donne, avec $q = (35 + 40)/2 = 37,5$ l./sec.,

$$\Delta = (4,56 + 5,77)/2 = 5,16 \text{ m}; \quad \Delta/q = 0,1376;$$

$$dq = (40 - 35)/2; \quad d\Delta = (5,77 - 4,56)/2 = 0,605; \quad d\Delta/dq = 0,2418,$$

d'où $K = 1,06$, soit sensiblement $K = 1$ l./sec. m².

On aurait pu d'ailleurs déterminer $d\Delta/dq$ et Δ/q d'après le graphique.

La formule (3) nous donne alors avec $K = 1$, $q = 35$, $\Delta = 4,56$, la valeur de $i = 0,00084$, soit sensiblement $i = 0,001$.

4° CALCUL DU FRONT D'EMPRUNT

Il y a lieu d'attirer tout spécialement l'attention sur l'importance du calcul de la longueur du front d'emprunt d'un puits ou d'un forage, car ce calcul

permet de situer pour chaque puits ou forage, son domaine d'emprunt, c'est à dire son domaine d'alimentation. On peut ainsi exploiter la nappe d'une manière rationnelle, en situant les puits ou forages aux distances convenables.

Dans la nappe captive $q = K\varepsilon iF$;

dans la nappe libre $q = KH iF$,

d'où $F = q/K\varepsilon i$ ou $F = q/KH i$.

Comme dans tous les cas précédents, nous avons pu obtenir d'une manière ou d'une autre K , ε , H , i , il est facile de calculer F pour chaque valeur de q .

Dans l'exemple de la nappe captive, avec $K\varepsilon = 1$; $i = 0,001$,

avec $q = 10$ l./sec., $F = 10\ 000$ m;

avec $q = 50$ l./sec., $F = 50\ 000$ m.

Dans l'exemple de la nappe libre, avec $H = 10$ m; $K = 1$ l./sec.; $i = 0,001$,

avec $q = 10$ l./sec., $F = 1000$ m;

avec $q = 20$ l./sec., $F = 2000$ m.

De toute cette étude, nous retiendrons que le mathématicien doit se doubler du géologue car il lui faut connaître les limites des systèmes envisagés; et le géologue doit se doubler du mathématicien pour résoudre les problèmes qui se posent à lui.

SYMBOLES

q débit du puits ou du forage

K coefficient de Darcy: $K = k\gamma/\mu$, dans lequel k = le coefficient de perméabilité, γ = le poids spécifique de l'eau, μ = sa viscosité

H épaisseur de la nappe libre, non influencée par le puits

h hauteur de l'eau au fond du puits atteignant l'imperméable

R rayon du périmètre d'emprunt, limite de la zone d'appel du puits ou du forage

ε épaisseur de la nappe captive

Δ rabattement du niveau piézométrique de la nappe captive, au forage

r rayon du puits ou du forage

h' hauteur d'eau dans le puits n'atteignant pas le mur imperméable, lorsque l'on pompe

H' hauteur d'eau dans le puits n'atteignant pas le mur imperméable, avant pompage

MADE AND PRINTED IN GREAT BRITAIN BY
WILLIAM CLOWES AND SONS, LIMITED
LONDON AND BECCLES

